

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ 212.224.15,
созданного на базе федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России,
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 06.11.2019 № 4

О присуждении **Рудко Вячеславу Алексеевичу**, гражданину Российской Федерации ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Влияние вида сырья и параметров процесса замедленного коксования на технологию получения низкосернистых судовых топлив и нефтяного кокса различной структуры» по специальности 05.17.07 – Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ принята к защите 29.08.2019 года, протокол №1 диссертационным советом ГУ 212.224.15 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д. 2; приказ от 24.06.2019 № 826адм.

Соискатель, Рудко Вячеслав Алексеевич, 1993 года рождения, в 2015 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»; в 2019 году окончил аспирантуру кафедры химических технологий и переработки энергоносителей федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Работает ассистентом в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России на кафедре химических технологий и переработки энергоносителей.

Диссертация выполнена на кафедре химических технологий и переработки энергоносителей в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор **Кондрашева Наталья Константиновна**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-

Петербургский горный университет» Минобрнауки России, кафедра химических технологий и переработки энергоносителей, заведующая кафедрой.

Официальные оппоненты:

Теляшев Эльшад Гумерович, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет», заведующий кафедрой газохимии и моделирования химико-технологических процессов;

Гайле Александр Александрович, доктор химических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)», профессор кафедры технологии нефтехимических и углехимических производств;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина»**, г. Москва в своем положительном отзыве, подписанном **Капустиным Владимиром Михайловичем**, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой технологии переработки нефти; утвержденным **Мартыновым Виктором Георгиевичем**, доктором экономических наук, профессором, ректором, указала, что тема диссертационной работы является весьма актуальной в современных условиях развития российской нефтепереработки и касается двух направлений – получения нефтяного кокса различной структуры и судовых остаточных топлив с содержанием серы до 0,5 % масс., научные результаты получены с применением современных методов анализа, имеют теоретическую и практическую значимость.

Соискатель имеет 18 опубликованных работ по теме диссертации, из них 10 работ в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, в том числе 6 работ в изданиях, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science, получен 1 патент на изобретение. Материалы диссертации отражены в следующих основных печатных работах, опубликованных соискателем:

1. Кондрашева Н.К. Разработка судовых топлив с улучшенными экологическими свойствами на базе вторичных процессов нефтепереработки / Н.К. Кондрашева, В.А. Рудко, К.И. Смышляева, В.С. Шаклеина, Р.Р. Коноплин, И.О. Деркунский, О.А. Дубовиков // Известия СПбГТИ(ТУ). 2019. № 48 (74). С. 101-106. (ВАК).

Соискателем проведен анализ показателей качества компонентов низкосернистых судовых топлив, приготовлены их составы с использованием дистиллятов коксования нефтяного сырья, выполнен технико-экономический расчет получения этих топлив.

2. Рудко В.А. Изучение углеводородного и микроэлементного состава и свойств сырья и продуктов процесса замедленного коксования / В.А. Рудко, Н.К. Кондрашева, С.Ю. Романовский, Д.О. Кондрашев // Известия СПбГТИ(ТУ). 2017. № 38 (64). С. 69-75. (ВАК).

Соискателем поставлены методики по определению углеводородного и микроэлементного состава сырья и продуктов процесса замедленного коксования, определены физико-химические свойства.

3. Кондрашева Н.К. Распределение неорганических микроэлементов по фракциям в процессах первичной и термодеструктивной переработки нефтяного сырья / Н.К. Кондрашева, В.А. Рудко, И.Л. Олейник // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. 2017. № 2. С. 3-8. (ВАК).

Соискателем отработана методика и проведен анализ микроэлементного состава дистиллятов коксования на примере промышленных образцов бензина, легкого и тяжелого газойлей, полученных замедленным коксованием из гудрона.

4. Кондрашева Н.К. Проблема и перспектива переработки газов коксования тяжелого нефтяного сырья / Н.К. Кондрашева, В.А. Рудко // Газовая промышленность. 2017. Т. 759, № 10. С. 28-31. (ВАК).

Соискателем проведен анализ углеводородного состава газов, полученных в процессе коксования на лабораторной установке при избыточном давлении 0,15, 0,25 и 0,35 МПа и температуре 500 °С, из гудрона и асфальта. Установлены тенденции изменения состава углеводородных газов от величины избыточного давления коксования.

5. Kondrasheva N.K. Effect of Delayed Coking Pressure on the Yield and Quality of Middle and Heavy Distillates Used as Components of Environmentally Friendly Marine Fuels / N.K. Kondrasheva, V.A. Rudko, D.O. Kondrashev, R.R. Gabdulkhakov, I.O. Derkunsii, R.R. Konoplin // Energy & Fuels. 2019. Vol. 33, N 1. P. 636-644. (SCOPUS и Web of Science).

Кондрашева Н.К. Влияние давления замедленного коксования на выход и качество средних и тяжелых дистиллятов, используемых в качестве компонентов экологически чистых судовых топлив / Н.К. Кондрашева, В.А. Рудко, Д.О. Кондрашев, Р.Р. Габдулхаков, И.О. Деркунский, Р.Р. Коноплин // Энергия и топливо. 2019. Т. 33, № 1. С. 636-644. (SCOPUS и Web of Science).

Соискателем проведен анализ влияния избыточного давления от 0,15 до

0,35 МПа процесса коксования при температуре 500 °С на лабораторной установке на выход и показатели качества средних и тяжелых дистиллятов – легкого и тяжелого газойлей коксования гудрона и асфальта. Полученные дистилляты коксования были использованы для приготовления образцов низкосернистых судовых остаточных топлив.

6. Kondrasheva N.K. Influence of Parameters of Delayed Coking Process and Subsequent Calculation on the Properties and Morphology of Petroleum Needle Coke from Decant Oil Mixture of West Siberian Oil [Электронный ресурс] / N.K. Kondrasheva, V.A. Rudko, M.Y. Nazarenko, V.G. Povarov, I.O. Derkunskii, R.R. Konoplin, R.R. Gabdulkhakov // *Energy & Fuels*. 2019. P. 1-7. – Режим доступа: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.energyfuels.9b01439> (**SCOPUS и Web of Science**).

Кондрашева Н.К. Влияние параметров замедленного коксования и последующей прокалики на свойства и морфологию нефтяного игольчатого кокса из декантояля смеси западносибирских нефтей [Электронный ресурс] / Н.К. Кондрашева, В.А. Рудко, М.Ю. Назаренко, В.Г. Поваров, И.О. Деркунский, Р.Р. Коноплин, Р.Р. Габдулхаков // *Энергия и топливо*. 2019. С. 1-7. – Режим доступа: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.energyfuels.9b01439> (**SCOPUS и Web of Science**).

Соискателем проведен анализ влияния избыточного давления от 0,15 до 0,55 МПа процесса коксования при температуре 480-512 °С на лабораторной установке и последующей прокалики в инертной среде азота при 1100 °С на показатели качества нефтяного кокса из декантояля смеси западносибирских нефтей. Полученный нефтяной кокс идентифицирован при помощи рентгеноструктурного анализа, сканирующей электронной микроскопии и анализа микроструктуры в плоско-поляризованном свете как анизотропный нефтяной игольчатый кокс.

7. Kondrasheva N.K. Influence of Pressure in the Coking of Heavy Oil Tar and Asphalt on the Coke Properties and Structure / N.K. Kondrasheva, V.A. Rudko, M.Y. Nazarenko // *Coke and Chemistry*. 2018. Vol. 61, N 12. P. 483-488. (**SCOPUS и Web of Science**).

Кондрашева Н.К. Влияние давления коксования гудрона и асфальта на свойства и структуру кокса / Н.К. Кондрашева, В.А. Рудко, М.Ю. Назаренко // *Кокс и химия*. 2018. Т. 61, № 12. С. 483-488. (**SCOPUS и Web of Science**).

Соискателем проведен анализ влияния избыточного давления от 0,15 до 0,35 МПа процесса коксования при температуре 500 °С на лабораторной установке на выход и показатели качества нефтяного кокса из гудрона и асфальта.

8. Kondrasheva N.K. Application of a Ternary Phase Diagram To Describe

the Stability of Residual Marine Fuel / N.K. Kondrasheva, V.A. Rudko, D.O. Kondrashev, V.S. Shakleina, K.I. Smyshlyaeva, R.R. Konoplin, A.A. Shaidulina, A.S. Ivkin, I.O. Derkunskii, O.A. Dubovikov // *Energy & Fuels*. 2019. Vol. 33, N 5. P. 4671-4675. (**SCOPUS и Web of Science**).

Кондрашева Н.К. Применение трехкомпонентной фазовой диаграммы для описания стабильности судового остаточного топлива / Н.К. Кондрашева, В.А. Рудко, Д.О. Кондрашев, В.С. Шаклеина, К.И. Смышляева, Р.Р. Коноплин, А.А. Шайдулина, А.С. Ивкин, И.О. Деркунский, О.А. Дубовиков // *Энергия и топливо*. 2019. Т. 33, № 5. С. 4671-4675. (**SCOPUS и Web of Science**).

Соискателем разработан метод описания стабильности низкосернистых судовых остаточных топлив с использованием трехкомпонентных фазовых диаграмм. Были установлены граничные условия получения низкосернистых судовых остаточных топлив по компонентному составу, вязкости, плотности, содержанию серы и стабильности (осадку со старением).

9. Kondrasheva N.K. Determination of sulfur and trace elements in petroleum coke by X-ray fluorescent spectrometry / N.K. Kondrasheva, V.A. Rudko, V.G. Povarov // *Coke and Chemistry*. 2017. Vol. 60, N 6. P. 247-253. (**SCOPUS и Web of Science**).

Кондрашева Н.К. Определение серы и микроэлементов в нефтяном коксе с использованием рентгенофлуоресцентной спектроскопии / Н.К. Кондрашева, В.А. Рудко, В.Г. Поваров // *Кокс и химия*. 2017. Т. 60, № 6. С. 247-253. (**SCOPUS и Web of Science**).

Соискателем были определены содержание серы и микроэлементный состав нефтяных коксов, полученных при избыточном давлении от 0,15 до 0,35 МПа и температуре 500 °С на лабораторной установке из гудрона и асфальта, с использованием метода рентгенофлуоресцентного анализа без предварительного озоления образцов.

10. Kondrasheva N.K. Effect of Hydrocarbon Composition on Quality and Operating Characteristics of Middle Distillate Fractions and Low-Viscosity Marine Fuels / N.K. Kondrasheva, D.O. Kondrashev, V.A. Rudko, A.A. Shaidulina // *Chemistry and Technology of Fuels and Oils*. 2017. Vol. 53, N 2. P. 163-172. (**SCOPUS и Web of Science**).

Кондрашева Н.К. Влияние углеводородного состава на качество и технологические показатели средних дистиллятных фракций и судовых маловязких топлив / Н.К. Кондрашева, Д.О. Кондрашев, В.А. Рудко, А.А. Шайдулина // *Химия и технология топлив и масел*. 2017. Т. 53, № 2. С. 163-172. (**SCOPUS и Web of Science**).

Соискателем определены углеводородный состав и свойства

дистиллятных малосернистых компонентов судовых остаточных топлив. Показано влияние углеводородного состава на показатели качества компонентов этих топлив.

11. Патент 2601744 РФ Комбинированный способ получения судовых высоковязких топлив и нефтяного кокса / Н.К. Кондрашева, В.А. Рудко, Д.О. Кондрашев, А.А. Шайдулина. - № 2015148436/04 Заяв. 10.11.2015; Опубл. 10.11.2016 Бюл. № 31.

Соискателем разработан комбинированный способ получения судовых высоковязких топлив и нефтяного кокса. В качестве компонентов топлив был использованы дистилляты коксования.

В диссертационной работе Рудко В.А. отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах соискателя, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Основные положения и результаты исследований освещались на международных научных конференциях и других научных мероприятиях, в том числе:

- II «Международный научный форум молодых ученых «Наука будущего - наука молодых» – секция «Химия и химические технологии» (2015 г., Севастополь). Тема доклада: «Получение судовых маловязких топлив с улучшенными низкотемпературными свойствами».

- Международная научно-практическая конференция «Нефтегазопереработка-2016» (2016 г., Уфа). Тема доклада: «Получение судовых высоковязких топлив с депрессорными присадками».

- 11 Freiberg – St. Petersburger Kolloquium junger Wissenschaftler (2016 г., Фрайберг, Германия). Topic: «Effect of trace elements on the quality of petroleum products thermodestructive processes».

11 Фрайбергско–Санкт-Петербургский Коллоквиум молодых ученых (2016 г., Фрайберг, Германия). Тема доклада: «Влияние микроэлементного состава на качество продуктов термодеструктивной переработки нефтяного сырья».

- III Международная научно-техническая конференция «Наукоемкие технологии функциональных материалов» (2016 г., Санкт-Петербург). Тема доклада: «Влияние состава сырья процесса замедленного коксования на качество получаемых жидких и твердых продуктов».

- V Международная научно-техническая конференция «Наукоемкие технологии функциональных материалов» (2018 г., Санкт-Петербург). Тема доклада: «Разработка технологии получения судовых топлив».

Полуфинал программы «УМНИК»: «Инновационные проекты в сфере высоких технологий», проводимой в рамках VIII научно-технической

конференции студентов, аспирантов, молодых ученых «Неделя науки – 2018» (2018 г., Санкт-Петербург). Тема доклада: «Разработка экспериментальной установки коксования углеводородного и углеродсодержащего сырья».

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: начальника управления научно-технологического развития Дирекции нефтепереработки ПАО «Газпром нефть», д.т.н. **А.В. Клейменова**; ведущего инженера ООО «РРТ», к.х.н. **С.Ю. Девяткова**; ведущего научного сотрудника лаборатории катализ в углехимии ФГБУН «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук», к.х.н. **Н.И. Федоровой**; директора технического ООО «КИНЕФ», к.т.н. **А.В. Камешкова**; заведующей кафедрой химических технологий ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», д.х.н., профессора **С.Г. Дьячковой**; заведующей кафедрой «Химическая технология переработки нефти и газа» ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет» профессора, д.т.н. **Н.А. Пивоваровой**; министра министерства промышленности, связи, цифрового и научно-технологического развития Омской области **А.В. Посаженникова**; научного сотрудника Центра новых химических технологий ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук» (Омский филиал), к.х.н. **А.В. Василевич**; заведующего лабораторией ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук», д.х.н. **Г.В. Ечевского**; заместителя генерального директора по науке АО «Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке нефти», д.х.н. **П.А. Никульшина**; профессора кафедры «Технологии основного органического и нефтехимического синтеза» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», д.т.н., члена-корреспондента АН РТ **И.Ш. Хуснутдинова**.

В отзывах дана положительная оценка проведенных исследований, отмечена актуальность выбранной темы, высокая степень проработки вопроса и отмечается профессиональный подход к решению поставленных задач. В отзывах на автореферат диссертации содержатся следующие замечания:

1) По предлагаемой в работе технологии не рассматривается возможность получения судового остаточного топлива марок RME 180 и более высокой вязкости;

Не обозначены области использования сернистого нефтяного кокса, получаемого из гудрона или асфальта (д.т.н. **А.В. Клейменов**);

2) Лабораторная установка замедленного коксования, описанная в

работе, является не полным аналогом промышленных установок данного типа. Основным недостатком лабораторной модели – отсутствие непрерывной подачи сырья в реактор, а также, вследствие этого замена обогрева реактора с подаваемым сырьем на внешний электрический обогрев;

Из автореферата не понятно, при помощи какого прибора осуществляется снятие материального баланса по углеводородному газу, в том числе с учетом потерь (к.х.н. **С.Ю. Девятков**);

3) Научную новизну проведенных исследований (на стр. 6) следовало сформулировать более сжато и емко;

Графический материал, приведенный в автореферате имеет достаточно низкое полиграфическое качество, что затрудняет прочтение результатов исследования (к.х.н. **Н.И. Федорова**);

4) Отсутствует сравнительная оценка результатов, полученных на разработанной соискателем лабораторной установке, с результатами, полученными на промышленных установках замедленного коксования;

В экспериментальной части исследования из анализируемых параметров процесса коксования фактически учитываются пять: вид сырья, температура, давление, скорость нагрева сырья, время коксования. Не был учтен коэффициент рециркуляции, который на промышленных установках замедленного коксования на НПЗ обычно составляет от 1,1 до 1,6;

В технико-экономическом расчете не приведены конкретные значения дополнительной прибыли, которую можно получить от реализации игольчатого кокса по предлагаемой технологической схеме (к.т.н. **А.В. Камешков**);

5) В пятой главе (судя по автореферату) приведено описание технологии получения низкосернистых остаточных топлив с применением в качестве компонентов ЛГЗК и ТГЗК. Вместе с тем известно, что продукты нефтепереработки вторичного происхождения снижают стабильность топлив. Автором изучена стабильность в результате старения исследуемых компонентов топлив, однако в автореферате не указано, применял ли автор антиокислительные присадки в рецептуре остаточных топлив;

В автореферате не указано, имеются ли по данной диссертационной работе акты испытания и внедрения (д.х.н., профессор **С.Г. Дьячкова**);

6) В оформлении работы есть недочеты: очень мелкие графики, обозначения осей, подрисовочные подписи и т.п. Присутствуют опечатки, несогласованные предложения;

Некорректно использованы термины «воспроизводимость» результатов на с. 8 (следовало «повторяемость» или «сходимость»), «ликвидный процесс» на с. 3 (ликвидными могут быть объекты: активы, предприятия, ценные

бумаги и т.п., но не процессы);

Научная новизна изложена излишне детально, громоздко, что затрудняет восприятие и маскирует смысл;

Большой интерес вызывает предложенная автором трехкомпонентная фазовая диаграмма для судового топлива и сложные контуры областей стабильности, плотности и содержания серы. Однако нет попытки объяснения наблюдаемому взаимному влиянию компонентов (д.т.н., профессор **Н.А. Пивоварова**);

7) В таблице 1 на стр. 12 автореферата температура коксового слоя для декантойля указана в виде диапазона, в то время как для гудрона и асфальта это конкретное значение. Так же приведено разное время выдержки при конечной температуре для декантойля, а для гудрона и асфальта время выдержки равно нулю. С чем связан выбор таких температурных и временных режимов? Насколько корректно говорить о влиянии именно давления в опытах 1Д-7Д на выход кокса, если при этом другие переменные (время выдержки и конечная температура) в этих опытах также варьируются?

В таблице 2 стр. 13 автореферата отражает материальный баланс процесса коксования на лабораторной установке. Баланс сведен на 100 %. При этом не ясно какую долю занимают потери и как фиксировали отходящие газы?

Формулировка задачи 1 на стр. 5 автореферата «разработка лабораторной модели установки замедленного коксования...». Как следует из дальнейшего материала автор использовал типовую установку. Или всё-таки были какие-то конструкционные изменения? (к.х.н. **А.В. Василевич**);

8) Не представлены результаты анализа состава углеводородных газов, показателей качества и состава бензинов коксования, полученные на лабораторной установке из нефтяного сырья;

Не представлены свойства и структура сырых и прокаленных нефтяных коксов, полученных при избыточном давлении 0,35 МПа и температурах 480-488 °С (1Д и 1ДП) и 490-500 °С (2Д и 2ДП).

Нет расшифровки многих аббревиатур, что затрудняет быстрое понимание текста;

Вызывает некоторое сомнение (с.3), что косвенным гидрооблагораживанием является гидроочистка дистиллятов, выделенных из нефтяного сырья и их компаундирование с сернистыми компонентами. Может быть все-таки азотсодержащими соединениями?

Фраза «Можно отметить, что наибольшее влияние повышение давление в интервале значений от 0,15 до 0,35 МПа для исследуемых видов сырья оказывает на выход нефтяного кокса при температурах процесса от 500 до

510 °С при коксовании декантойля» написана сразу после таблицы 3, хотя относится к результатам, приведенным в таблице 4;

На с.17 указано «Ожидаемая прибыльсоставила 5 671,76-13 791,00 рублей.» - не указано, что это на 1 тонну (д.х.н. **Г.В. Ечевский**).

9) Не вполне понятно положение № 2 научной новизны работы. Представлены результаты анализа компонентного состава продуктов, но в явном виде не прослеживается какая-либо закономерность изменения группового состава от давления процесса коксования;

В автореферате не представлены результаты определения содержания серы в полученных коксах (таблицы 3, 4), - одного из важных показателей качества для потребителей этой продукции;

В автореферате не представлены компонентные составы и свойства топливных компаундов, предлагаемые в работе в качестве судовых остаточных топлив с содержанием серы до 0,5 % масс.;

Не отражены источники приведенного экономического эффекта – 5 671,76-13 791,00 руб./т (руб. на тонну перерабатываемого сырья / какого сырья / руб. на тонну продукта / какого продукта и т.д., требуется уточнение) (д.х.н. **П.А. Никульшин**);

10) Недостаточная проработка технологической схемы процесса, вызывает сомнение возможность параллельного работы установки замедленного коксования на трех различных видах сырья (д.т.н., член-корреспондент АН РТ **И.Ш. Хуснутдинов**).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью оппонентов в соответствующей отрасли науки и наличием у них публикаций в сфере исследования, а также широкой известностью ведущей организации своими достижениями по соответствующей теме исследования отрасли науки и способностью определить научную и практическую значимость диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **разработана** новая методика описания стабильности низкосернистых судовых остаточных топлив с использованием трехкомпонентных фазовых диаграмм;

- **предложен** новый подход к получению низкосернистого судового остаточного топлива посредством косвенной гидрогенизации нефтяных остатков с использованием балансовой смеси легкого и тяжелого газойлей замедленного коксования декантсйля в качестве малосернистого компонента топливной смеси;

- **доказано** влияние вида сырья (гудрон, асфальт и декантойль) и

основных технологических параметров процесса коксования (температура, избыточное давление) на выход, качество и микроструктуру нефтяного сырого и прокаленного кокса, определяемую методами рентгеноструктурного анализа и сканирующей электронной микроскопией, и углеводородный состав и свойства дистиллятов;

- **введено** понятие «область стабильности», под которым понимается область на трехкомпонентной фазовой диаграмме, используемой для описания стабильности судовых топлив, в которой каждая точка соответствует агрегативно устойчивым составам судовых остаточных топлив (содержание общего осадка после старения по ИСО 10307-2:2009 составляет < 0,1 % масс.)

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- **доказано** существование закономерностей физико-химических превращений в углеводородных дистиллятах и изменении морфологии нефтяных коксов, протекающих в процессе коксования различных видов нефтяного сырья (гудрон, асфальт, декантойль) с изменением технологических параметров процесса (избыточного давления и температуры) в исследуемом интервале значений;

- **применительно к проблематике диссертации результативно использован** комплекс стандартных методов исследования и исследовательских методик определения углеводородного и микроэлементного состава, физико-химических свойств и структуры нефтяного сырья, дистиллятных продуктов коксования, представительных образцов низкосернистых судовых остаточных топлив и различных видов нефтяного кокса;

- **изложены** доказательства влияния избыточного давления и температуры коксования в исследуемом интервале значений на межплоскостные расстояния (d_{002} , d_{100}), среднюю высоту кристаллитов L_c и средний диаметр гексагональных слоев L_a в нефтяном коксе из гудрона, асфальта и декантойля;

- **раскрыты** проблемы стабильности низкосернистых судовых остаточных топлив, полученных по методу косвенной гидрогенизации нефтяных остатков;

- **изучены** факторы, влияющие на формирование микроструктуры нефтяного кокса и углеводородный состав дистиллятов в процессе замедленного коксования;

- **проведена модернизация** способа определения граничных условий содержания основных компонентов в компаундах низкосернистых судовых остаточных топлив на основе значений содержания серы и осадка после

старения, плотности и вязкости малосернистых и сернистых дистиллятных и остаточных углеводородных фракций.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- **разработаны и внедрены** результаты диссертационной работы на ООО «ПО «Киришинефтеоргсинтез», в части создания лабораторной установки замедленного коксования, на которой были проведены исследовательские испытания по коксованию нефтяных остатков и получены материальные балансы, образцы дистиллятных продуктов и углеродных материалов для анализа их показателей качества, а также **внедрена** методика коксования нефтяного сырья в научно-исследовательскую деятельность для выполнения госбюджетных и хоздоговорных научно-исследовательских работ и в образовательную деятельность для подготовки бакалавров, магистров и аспирантов в Санкт-Петербургском горном университете (подтверждено актами внедрения);

- **определены** перспективы и область практического использования разработанной технологии получения стабильных низкосернистых судовых остаточных топлив и нефтяного кокса различной структуры;

- **создана** система практических рекомендаций по внедрению предлагаемой комплексной технологии на нефтеперерабатывающие предприятия для получения продуктов с повышенной добавленной стоимостью;

- **представлены** методические рекомендации для создания промышленной комплексной технологии производства стабильных низкосернистых судовых остаточных топлив и нефтяного кокса различной структуры.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- **результаты** получены на сертифицированном оборудовании, показана воспроизводимость результатов исследования;

- **теория** построена на проверяемых данных и фактах, согласующихся с опубликованными в открытой печати экспериментальными данными других исследователей и ученых по теме диссертации;

- **идея базируется** на анализе практики ведения процесса замедленного коксования в лабораторном и промышленном масштабе, а также на результатах обобщения передового опыта по исследованию современных физико-химических методов анализа, включая рентгеновскую дифрактографию и сканирующую электронную микроскопию для оценки микроструктуры полученных представительных образцов нефтяного кокса;

- **использовано** сравнение полученных автором результатов с

аналогичными данными, полученными ранее другими исследователями;

- **установлено**, что результаты, полученные соискателем, не противоречат результатам исследований других авторов, отраженных в научно-технических трудах, опубликованных в открытой печати;

- **использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации, представительные совокупности данных с обоснованием подбора объектов наблюдений и измерений.

Личный вклад соискателя состоит в анализе отечественных и зарубежных литературных источников, подготовке совместно с научным руководителем и реализации проекта лабораторной установки замедленного коксования в Санкт-Петербургском горном университете. Автор принимал непосредственное участие в каждом эксперименте по коксованию нефтяного сырья, в прокаливании нефтяных коксов, изучении состава и структуры кокса, определении индивидуального и группового углеводородного состава дистиллятов коксования декантояля методом хромато-масс-спектрометрии, разработке метода описания стабильности низкосернистых судовых остаточных топлив с использованием трехкомпонентной фазовой диаграммы. Принимал участие в разработке способов получения низкосернистых судовых топлив из малосернистых дистиллятов коксования декантояля и сернистых дистиллятов коксования гудрона и асфальта.

На заседании 06.11.2019 года диссертационный совет принял решение присудить **Рудко Вячеславу Алексеевичу** ученую степень кандидата технических наук за решение актуальной задачи по разработке комплексной технологии переработки нефтяного сырья и получения низкосернистых судовых остаточных топлив и нефтяного кокса различной структуры.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 8 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 17, против – нет, ~~недействительных бюллетеней – нет.~~

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета

06.11.2019 г.



Бажин Владимир Юрьевич

Салтыкова Светлана Николаевна